

26th German Conference on weed Biology and Weed Control, March 11-13, 2014, Braunschweig, Germany

Die biologische Wirksamkeit von Maleinsäurehydrazid auf Erdmandelgras (*Cyperus esculentus* L.)

Biological effect of maleic acid hydrazide on Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus* L.)

Christian Bohren*, Roger Azevedo und Judith Wirth

Agroscope, Route de Duillier 50, Case Postale 1012, CH- 1260 Nyon, Suisse

*Korrespondierender Autor: christian.bohren@agroscope.admin.ch



DOI 10.5073/jka.2014.443.015

Zusammenfassung

Erdmandelgras (Knöllchenzyperngras) *Cyperus esculentus* L. gehört zu den Sauergräsern (Cyperaceae) und zählt zu den invasiven Neophyten. Es vermehrt sich ausschließlich über Knöllchen im Boden. In den letzten zwei Jahrzehnten hat dessen Verbreitung in der Schweiz stark zugenommen. Gründe dafür sind veränderte Landnutzung und Bewirtschaftung der Felder, enorm schwierige Unkrautkontrolle und der geringe Bekanntheitsgrad dieses lästigen Unkrauts unter den Bewirtschaftern. Die Verschleppung von Knöllchen durch Arbeitsgeräte und Ernteprodukte (Wurzelfrüchte), der Mangel an parzellengenauen Daten des Vorkommens und fehlende flankierende Maßnahmen fördern zurzeit die Verbreitung von Erdmandelgras. Abhilfe würde eine Bekämpfungspflicht schaffen, die sich Bewirtschafter, Lohnunternehmer und Abnehmer von Ernteprodukten zu Nutze machen könnten. Die Sanierung von stark verseuchten Parzellen ist aufwändig und für den Bewirtschafter kostspielig. Maleinsäurehydrazid wird aktuell unter anderem zur Keimhemmung bei Lagerkartoffeln eingesetzt. In einem Gewächshausversuch wurde die Wirkung von Fazor (Maleinsäurehydrazid) sowie der Mischung von Fazor und Asulox (Asulam) untersucht. Vorstellbar wäre eine Wirkung zur Reduktion der Keimfähigkeit der Knöllchen. Die Ergebnisse unseres Versuches sind eindeutig. Die erwartete Wirkung wurde nicht festgestellt. Im Weiteren werden in diesem Artikel die Komplexität der Probleme mit Erdmandelgras in der Landwirtschaft angesprochen und einige Hinweise zur möglichen Bekämpfungsstrategie gegeben.

Stichwörter: Bekämpfung, Cyperaceae, Erdmandelgras, invasive Pflanze, Keimung, Landnutzung, Strategie

Abstract

Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) belongs to the family of Cyperaceae. It propagates exclusively with tubers in the ground. Its abundance has strongly increased in Switzerland in the last two decades. Main reasons for this increase are changing land use and production systems, a difficult herbicide control and a low awareness level among the farmers. The actual invasion is enhanced by unintended dislocation of tubers by machines or crops/crop waste, lack of knowledge of infested fields and missing supporting measures. An obligation to announce infested fields and to control Yellow Nutsedge is currently discussed in Switzerland. Such an obligation would help contractors and buyers of crops to reduce unintended dislocation of tubers. Cleaning up infested plots is quickly expensive and complex. Maleic acid hydrazide is actually used for preventing potato tubers to germinate in stock. We tested Fazor (maleic acid hydrazide) and Asulox (asulam) for its efficacy on preventing germination of Yellow Nutsedge tubers. The results of our pot trial in the greenhouse are clear. The expected efficiency was not observed. Furthermore the complexity of problems with this species in agriculture is discussed and some ideas for a control strategy are given in this paper.

Keywords: Changing land use, control, Cyperaceae, germination, invasive neophyte, strategy, Yellow Nutsedge

Einleitung

Erdmandelgras (*Cyperus esculentus* L.) ist ein Sauergras aus der Familie Cyperaceae. Es ist ein invasiver Neophyt, der fast ausschließlich auf landwirtschaftlichen Nutzflächen Probleme bereitet. Bekannt sind zwei Unterarten (ZANGHERI, 1976): subspecies (ssp.) *sativus* Boeck. (wird vor allem in der Gegend von Valencia, Spanien, wegen der großen, süßen Knollen als „Chufa“ kultiviert) und subspecies *aurea* Ten. (blühendes Sauergras mit kleinen rundlichen Knöllchen). Die genaue Bezeichnung für unser Problemunkraut ist *Cyperus esculentus* ssp. *aurea* Ten. Im englischen Sprachraum wird die Bezeichnung „yellow nutsedge“ verwendet. Diese Art wurde bereits in den 1970er Jahren auf der Liste der weltweit gefährlichsten Unkräuter auf Platz 16 aufgeführt (HOLM *et al.*, 1977). In der Schweiz wurde dieses Problemunkraut schon vor einiger Zeit beschrieben

(SCHMIDT und SAHLI, 1992). In den letzten Jahren hat das Office Central Vaudois de la Culture Maraîchère (www.legumes.ch) in seinen Jahresberichten regelmäßig auf Erdmandelgras als sich rasch ausbreitendes Problemunkraut in einigen Regionen der Westschweiz hingewiesen. Die einkeimblättrige, ausdauernde Pflanze ähnelt im Aussehen einheimischen Seggen (*Carex*); Stängel und Blätter haben aber eine charakteristisch gelbgrüne Farbe. Erdmandelgras vermehrt sich ausschließlich über Wurzelknöllchen, die auf landwirtschaftlich genutzten Flächen mit Maschinen aller Art, Ernteprodukten (Wurzelfrüchte) und Ernteabfällen oder Schuhwerk verschleppt werden. Griffige Methoden zur langfristig wirkungsvollen Bekämpfung von Erdmandelgras in Acker- und Gemüsebaukulturen sind bisher nicht bekannt. Die Erfahrung zeigt, dass die bisher angewendeten Bekämpfungsmaßnahmen ein Fortschreiten der Invasion durch Erdmandelgras nicht aufzuhalten vermochten. Einzelmaßnahmen wie die „normale“ Unkrautbekämpfung mit Herbiziden oder ein zusätzlicher Hackdurchgang wirken zu wenig nachhaltig. Geschwächtes Erdmandelgras kann sich in der Kultur rasch regenerieren und genügend neue Knöllchen bilden, um im Folgejahr noch zahlreicher aufzutreten. Um das Problemunkraut in den Griff zu bekommen, braucht es eine Bekämpfungsstrategie, die über den Feldrand hinaus reicht (BOHREN und WIRTH, 2013). Es kann nur dann gelingen die Invasion zurück zu drängen, wenn verschiedene Elemente der Bekämpfung miteinander in Wechselwirkung gelangen. Gründe für das vermehrte Auftreten von Erdmandelgras in der Schweiz sind hauptsächlich in der modernen Landnutzung zu finden. Vermehrt werden Parzellen in einem größeren Umkreis als früher durch einen Bewirtschafter bebaut und vermehrt kommen Lohnarbeiten zum Zug. Hot spots des Vorkommens sind vor allem in Zonen wo sich Gemüse- und Ackerbau die Parzellen teilen zu finden. Agroscope führt Gewächshaus- und Feldversuche zur Erarbeitung einer nachhaltigen Bekämpfungsstrategie durch. Wir testeten chemische und mechanische Maßnahmen sowie allelopathische Wirkungen von Gründüngern. Als Ergänzung des Versuchsprogramms haben wir im Gewächshaus einen Test mit Maleinsäurehydrazid durchgeführt. Der Wirkstoff wird seit den 1950er Jahren im Pflanzenbau eingesetzt. Die Substanz wirkt systemisch und wird bis in die Wurzelvegetationspunkte transportiert. Dort unterbindet der Wirkstoff die Zellteilung in den Bildungsgeweben und verhindert so Austrieb und Wurzelwachstum. Die in der Schweiz aktuelle Bewilligung von Maleinsäurehydrazid erlaubt eine Vorernte-Behandlung von Kartoffeln zur Verhinderung des Austriebs der Knollen am Lager sowie von Zwiebeln, Knoblauch und Schalotten zur Festigung der Außenhaut sowie eine Anwendung in Tabak zur Hemmung der Bildung von Seitentrieben. Der hier beschriebene Gewächshausversuch sollte die Frage beantworten, ob Maleinsäurehydrazid das Keimverhalten der Erdmandelgras-Knöllchen beeinflussen kann.

Material und Methoden

Knöllchen wurden im Winter (Januar) auf einem Feld in einem verseuchten Gebiet von der Bodenoberfläche aufgesammelt und im Gewächshaus in Petrischalen auf feuchtem Löschpapier bei 20° C und 12/12 h Licht vorgekeimt. Töpfe mit ca. 16 cm Durchmesser (ca. 1.5 Liter Volumen) wurden mit gesiebter Felderde gefüllt. In jeden Topf wurden 4 etwa gleich große, keimende Knöllchen gesteckt. Es gab 10 Wiederholungen pro Verfahren; insgesamt wurden 80 Töpfe vorbereitet. Es gab zwei Pflanzdaten mit vorgekeimten Knöllchen, sodass zur Zeit der Behandlung genügend Töpfe mit Erdmandelgras-Pflanzen im 2 - 4 Blatt-Stadium (BBCH 12 - 14) sowie im Stadium der beginnenden Blüte (BBCH 50 - 60) zur Behandlung zur Verfügung standen.

Zur Auswahl standen die Pflanzenschutzmittel Fazor (60 % Maleinsäurehydrazid) und Asulox (400 g/l Asulam). Die geprüften Verfahren lauteten Fazor Normaldosierung und Doppeldosierung sowie die Mischung Fazor (5 kg/ha) + Asulox (6 l/ha). Die Herbizide wurden in der Spritzkabine mit 2,8 bar Druck, 300 Liter Wasser / ha appliziert: Fazor (Maleinsäurehydrazid) 5 kg/ha; Fazor 10 kg/ha; Fazor + Asulox 5 kg/ha + 6 l/ha; reines Wasser (unbehandelt). Die Pflanzen wuchsen in ihren Töpfen im Gewächshaus bei ca. 20 °C und 12/12 h Licht weiter und wurden regelmäßig gewässert. 35 Tage nach der Applikation wurde der Versuch ausgewertet. Die grünen Pflanzenteile des Erdmandelgrases wurden entsorgt und die Erde ausgewaschen. Die aufgefundenen Knöllchen je Topf wurden gezählt und in Vorkeimschalen bei 20 °C und 12/12 h Licht im Gewächshaus unter

feuchten Bedingungen (kein stehendes Wasser) zur Keimung ausgelegt. Die Keimrate wurde nach 10 und 22 Tagen ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

In unserem Gewächshausversuch mit Maleinsäurehydrazid haben wir zwei Pflanzenstadien behandelt. Junge Pflanzen (BBCH 12 - 14) können innerhalb einer Kultur (z. B. Mais) im 2 - 4 Blatt-Stadium behandelt werden. Die Frage stellt sich, ob so junge Pflanzen genügend Wirkstoff aufnehmen können, der seinerseits solange wirksam bleibt, dass die nächste Generation von Knöllchen unfruchtbar wird. Ältere Pflanzen haben bereits Knöllchen gebildet, welche sie noch bis zur Vollreife mit Nährstoffen versorgen. Hier stellt sich die Frage, ob der Wirkstoff überhaupt bis zu den Wurzelknöllchen gelangt und dort seine Wirkung entfalten kann.

Der oberirdischen Pflanzenmasse wurde keine Beachtung geschenkt. Visuell waren keine Unterschiede in der Pflanzenentwicklung zu erkennen. Da wir die Wirkung der Behandlung über die Reduktion der Zahl der neu gebildeten Knöllchen und über deren Keimrate definieren, konzentrierten wir uns bei der Auswertung auf die Zahl der keimfähigen Knöllchen. Die Knöllchen entstehen aus Verdickungen der Rhizome. Sie sind im jungen Stadium weiss und weich und werden im Verlauf der Reife braun/schwarz und fest.

Die durchschnittliche Anzahl der gebildeten Knöllchen (Tab. 1) lag natürlicherweise bei den im älteren Stadium behandelten Pflanzen auf einem signifikant höheren Niveau als bei den im jungen Stadium Behandelten. Die Knöllchen der im älteren Stadium behandelten Pflanzen setzten ihre natürliche Reife fort und wechselten ihre Farbe nach Braun. Die Knöllchen der im jüngeren Stadium behandelten Pflanzen waren durchwegs weiss. In beiden Gruppen von behandelten Pflanzen wurden weisse Knöllchen beobachtet, die auskeimten.

Tab. 1 Durchschnittliche Anzahl Erdmandelgras-Knöllchen pro Topf (4 Pflanzen) 35 Tage nach der Behandlung sowie Anzahl und Prozente gekeimter Knöllchen nach 22 Tagen.

Tab. 1 Mean number of tubers / pot (4 plants) of yellow nutsedge 35 days after the treatment and number and percentage of germinated tubers after 22 days.

Versuchungsverfahren	Behandlung im Stadium:					
	BBCH 50-60			BBCH 12-14		
	Ø Anzahl Knöllchen	Ø Anzahl keimende	Keimung %	Ø Anzahl Knöllchen	Ø Anzahl keimende	Keimung %
Fazor+Asulox	105,8 a	23,5	23,6 a	16,6 a	1,5	9,1 a
Fazor 2n	99,1 a	24,1	12,9 a	20,5 ab	5,0	11,0 a
Fazor 1n	88,3 a	12,5	25,6 a	26,2 b	2,7	21,4 a
unbehandelt	94,2 a	25,1	26,8 a	17,0 ab	4,2	27,0 a
	p = 0,399		p = 0,33	p = 0,037		p = 0,404
	a = keine sign. Unterschiede					

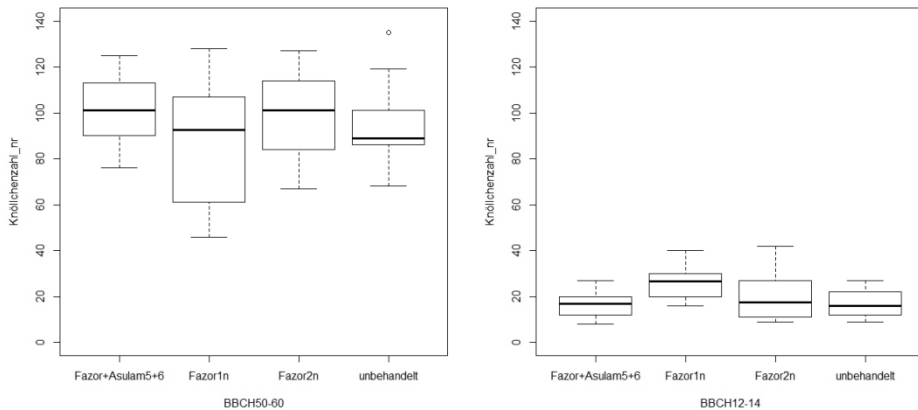


Abb. 1 Keine signifikanten Unterschiede in der Zahl (Median) der Erdmandelgras-Knöllchen zwischen den Behandlungen in beiden Behandlungsstadien.

Fig. 1 No significant difference in number (median) of yellow nutsedge tubers between the treatments.

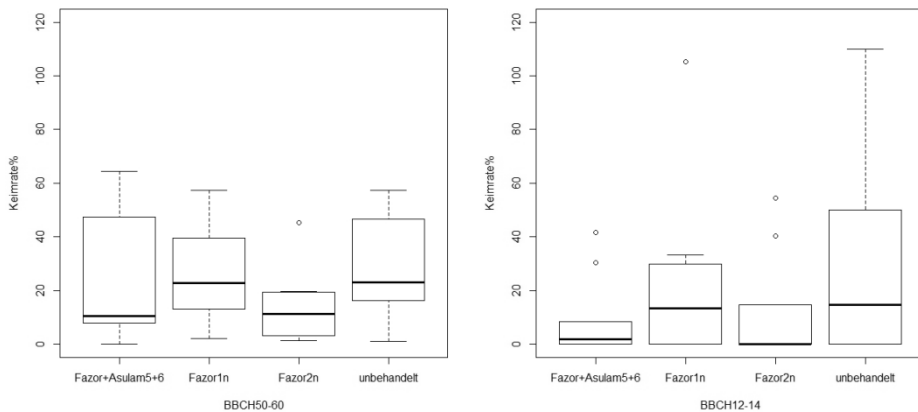


Abb. 2 Keine signifikanten Unterschiede der Keimrate (Median) von Erdmandelgras-Knöllchen zwischen den Behandlungen in beiden Behandlungsstadien.

Fig. 2 No significant difference in germination rate (median) of yellow nutsedge tubers between the treatments.

Die Behandlungen hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Zahl der gebildeten Knöllchen nach der Behandlung (Abb. 1). Die Homogenität der Einzelresultate erlaubte eine statistische Analyse ANOVA mit Tukey Test. Einzig unter den im jungen Stadium behandelten Pflanzen wurde eine Signifikanz zwischen den Verfahren Fazor 1n und Fazor+Asulox festgestellt. Die Keimraten der Knöllchen (Abb. 2) der im älteren Stadium behandelten Pflanzen schwankten weniger als die Keimraten der im jüngeren Stadium behandelten. Weder Normal- und Doppeldosierung von Fazor noch die Mischung mit Asulam – wie sie früher in den Vereinigten Staaten zur Kontrolle von mehrjährigen Gräsern an Wasserläufen (LEVI, 1954) eingesetzt wurde – hatten einen negativen Einfluss auf die Knöllchenzahl oder auf die Keimrate. In beiden Fällen kann der Wirkstoff Zahl und Qualität der neu gebildeten Knöllchen nicht beeinflussen. Aus diesen Resultaten kann der Schluss gezogen werden, dass Maleinsäurehydrazid nicht geeignet ist, die Keimrate der Knöllchen von Erdmandelgras auf ein nachhaltig dessen Vermehrung verhinderndes Niveau zu senken.

Angesichts der wachsenden Probleme mit diesem ausdauernden Unkraut muss nach anderen Lösungswegen gesucht werden (DODET *et al.*, 2008).

Erdmandelgras – ein außergewöhnliches Unkraut

Erdmandelgras überwintert und vermehrt sich ausschließlich mittels Wurzelknöllchen. In verschiedenen anderen Gewächshausversuchen haben wir in Töpfen (n=450) mit einem Volumen von ca. 1.5 l nach 110 Tagen eine durchschnittliche Knöllchenbildungsrate von 1:35 ermittelt. Die Spanne gebildeter Knöllchen pro Mutterknöllchen reichte dabei von 10 bis 120. Die Keimrate dieser Knöllchen lag zwischen 85 und 90 %. Daraus lässt sich schließen, dass auch durch Herbizide geschädigte aber nicht abgetötete Pflanzen – welche nach einer 60 - 90 % Herbizid-Wirkung immer noch zahlreich vorhanden sein können – noch Knöllchen bilden, die eine hohe Keimrate aufweisen. Unter dem Strich steigt daher die gesamte Anzahl an Knöllchen stetig, ja mit zunehmender Erdmandelgras-Dichte exponentiell an. Daraus lässt sich folgern, dass eine Herbizid-Behandlung welche die oberirdischen Pflanzenteile in der Masse zerstört, damit die Kultur ungestört wachsen kann, die Zunahme der Vermehrung von Erdmandelgras keineswegs eindämmt. Die konventionelle Beurteilung der Wirkung reicht somit nicht aus; die Wirkung kann nur über die Reduktion der Knöllchenbildung definiert werden.

Je früher Bekämpfungsmaßnahmen im Sinne der Reduktion der Knöllchenbildung ergriffen werden können, desto weniger aufwändig gestaltet sich die Bekämpfung. Ein großes Hindernis für einen frühzeitigen Beginn der Bekämpfung ist der geringe Bekanntheitsgrad von Erdmandelgras bei den Bewirtschaftern. Das Gras wird oft mit Hirsen verwechselt, sodass Primärbefall meist unbemerkt und ungestört bleibt. Vermerkt der Bewirtschafter ein neues Problem, sind Bekämpfungsmaßnahmen bereits dringend notwendig. Sie können einschneidende Konsequenzen haben, denken wir an die Anpassung der Fruchtfolge oder den Verzicht von Erträgen auf den befallenen (Teil-)Parzellen zwecks Sanierung einer Fläche.

Warum ist es ein Problemunkraut?

Man erkennt es nicht früh genug: Im Jugendstadium ähnelt Erdmandelgras von Weitem sehr stark den Hirsen. Dies erschwert die Früherkennung. Allerdings erweisen sich die gelblich-grüne Blattfarbe sowie die hart sich anführenden Blätter sowie die typisch V-förmige Blattspreite mit deutlich sichtbarer Rille als zuverlässige Erkennungszeichen. Die Erkennung von einzelnen Pflanzen in neu verseuchten Feldern erfordert genaues Hinsehen. Je mehr Pflanzen vorhanden sind und je grösser diese werden, desto auffällender macht sich die typische gelbgrüne Färbung bemerkbar. Gründe für die gegenwärtig feststellbare starke Verbreitung von Erdmandelgras in der Schweiz sind bei der vermehrten überbetrieblichen Zusammenarbeit zu suchen und liegen in der Tatsache, dass das Unkraut noch zu wenig bekannt ist.

Verschleppung der Knöllchen: Auf dem Acker ist die Mehrzahl der Knöllchen, die als einziger Pflanzenteil den Winter überdauern, vor allem in der obersten Bodenschicht bis 20 cm zu finden; vereinzelt werden sie auch in tieferen Schichten (bis 50 cm) aufgefunden. Die Knöllchen haften an Wurzelfrüchten wie Kartoffeln, Zuckerrüben, Rinden, Karotten und vielen anderen Erntegütern, sowie an Maschinenteilen und Rädern von Fahrzeugen und Schuhwerk. Dadurch werden sie auf Äckern und Gemüsefeldern mittels Maschinen und Fahrzeugen direkt oder über Ernteauffälle und Erdverschiebungen (Erdtransporte?) indirekt verteilt.

Schlechte Herbizidwirkung auf Knöllchenbildung: Die nach oben strebende Stellung der Blätter sowie die Beschaffenheit der Blattoberfläche macht es Herbiziden nicht einfach, an den Blättern haften zu bleiben. Dennoch gibt es einige Herbizide, mit deren Hilfe auch bei starker Verseuchung des Feldes Erfolge erzielt werden können (z. B. Dual Gold in Mais). Allerdings findet Erdmandelgras trotz guter Herbizidwirkung auf die oberflächlich sichtbaren Blätter und Stängel (von beispielsweise 60 - 95 %, was zum Schutz der Kultur vor Unkrautkonkurrenz ausreichend sein kann), immer wieder Nischen zur Bildung von Knöllchen. Unter dem Strich steigt daher die gesamte Anzahl an Knöllchen stetig, ja mit zunehmender Cyperusdichte exponentiell an. Resistenzfälle von *C. esculentus* L. var. *aurea* gegen Herbizide sind nicht dokumentiert.

Invasiver Neophyt: Erdmandelgras wird auf der Watch-Liste (Beobachtungsliste) von info flora (früher SKEW-CPS), dem nationalen Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora, geführt (www.infoflora.ch). Auf dieser Liste stehen invasive Neophyten, die das Potenzial haben, große Schäden zu verursachen; deren Ausbreitung muss daher überwacht und wenn nötig eingedämmt werden. Das invasive Potenzial des Erdmandelgrases belastet landwirtschaftliche Kulturen – in anderen Umgebungen kommt es kaum vor – durch seine spezielle Fortpflanzungsform mittels Knöllchen (Erdmandeln). Die Lebensdauer der Knöllchen im Boden wird in der Literatur mit ca. 5 Jahren angegeben, wobei die Keimfähigkeit mit den Jahren abzunehmen scheint (KASSL, 1992).

Bekämpfung von Erdmandelgras

Früherkennung: Die Früherkennung von neuen Befallsherden ist für die Wirksamkeit der Bekämpfungsmaßnahmen von großer Bedeutung (NEUWEILER, 2011). Kleine Vorkommen mit wenigen Pflanzen können ausgegraben und entsorgt (nicht im Kompost und nicht auf dem Mist) oder durch Bodensterilisation abgetötet werden. Je weiter die Invasion fortgeschritten ist, desto intensiver und teurer wird die Bekämpfung.

Erste Maßnahmen: Umfassende Aufklärung und Beratung der Landwirte und Lohnunternehmer sind der erste Schritt zur erfolgreichen Bekämpfung von Erdmandelgras. Dabei muss jeder Bewirtschafter die Verantwortung für seine Felder übernehmen. Vor allem in betroffenen Regionen, aber auch in allen anderen Gebieten, sollen die Bewirtschafter Gelegenheit bekommen, diese Pflanze in Natura (Töpfen) zu sehen und anzufassen. Informationen sollen mündlich und schriftlich weitergegeben werden. Abnehmer von Wurzelfrüchten sollen Produkte aus verseuchten Feldern kennzeichnen und gesondert behandeln.

Herbizide: Die chemische Bekämpfung ist nur bedingt erfolgversprechend. Innerhalb der Kulturpflanzenbestände können nur wenige Herbizide angewendet werden, die einen guten Wirkungsgrad besitzen. Die spezifischen Gräserherbizide wirken auf Erdmandelgras nicht.

Bodenbearbeitung: Erste Erfahrungen aus unseren Versuchen zeigen, dass eine Bodenbearbeitung im frühen Wachstumsstadium des Erdmandelgrases die Knöllchenbildung erheblich reduziert. Eine Wiederholung dieser Maßnahme verbunden mit sofortiger Einarbeitung von Herbiziden erhöht den Effekt. Hacken oder Striegeln in Hackkulturen sind für die Cyperusbekämpfung nicht ausreichend, da nur etwa 2/3 der Fläche bearbeitet werden können.

Gründünger: Der Anbau von konkurrenzstarken Gründüngern wie Grünroggen, Buchweizen, Sorghum oder Hafer nach einer späten Bodenbearbeitung kann die Vermehrung von Erdmandelgras erheblich bremsen. Erste Ergebnisse aus Gewächshausversuchen sind vielversprechend; Feldversuche dazu sind in Planung.

Bodensterilisation: Kleine verseuchte Flächen, die der Produktion von Spezialkulturen dienen, können sterilisiert werden. Es gibt Apparate zur Dampfbehandlung, die den Boden bis zu einer Tiefe von 30 cm auf 80 - 90 °C erhitzen (KELLER, 2013). Das Verfahren ist jedoch teuer; zudem werden durch die Hitze nahezu alle Bodenlebewesen vernichtet.

Kombination der Maßnahmen: Alle beschriebenen Einzelmaßnahmen alleine sind nicht ausreichend, da sie hinsichtlich des Zurückdrängens der Art ungenügend sind. Um eine erfolgreiche und nachhaltige Bekämpfungsstrategie zu entwickeln, müssen die Maßnahmen kombiniert getestet werden. Dazu sind bei Agroscope entsprechende Versuche in Planung. Außerdem müssten Hygienemaßnahmen zur Verhinderung der weiteren Ausbreitung – wie Reinigung von Schuhwerk, Geräten und Fahrzeugen – durchgesetzt werden können. Durch eine gründliche Kontrolle von verseuchtem Substrat, Ernteprodukten und Ernteabfällen sowie Pflanzgut wie Kartoffeln, Gemüsepflanzen, Blumenzwiebeln (-knollen), Baumschulerzeugnisse und Zierpflanzenstauden würde eine weitere Ausbreitung verhindert. Letztendlich müssen alle Bekämpfungsmaßnahmen auf eine deutliche Reduktion der Knöllchenzahl im Boden abzielen.

Fruchtfolge: Der Anbau von Hackfrüchten auf verseuchten Parzellen ist problematisch. In Kartoffeln, Zuckerrüben und Wurzelgemüse ist die Verschleppungsgefahr durch Erntegüter und Erntemaschinen sehr hoch. Das gleiche gilt für die Stoppelbearbeitung, sofern die Geräte nach der

Arbeit nicht sorgfältig gereinigt werden. In konkurrenzstarkem Getreide verhindern auch dichte Bestände nicht, dass sich Erdmandelgras vor allem in Bestandeslücken und Fahrgassen entwickeln und eine genügende Anzahl Knöllchen bilden kann, die das Problem im Folgejahr verstärken. In Kunstwiesen kann sich Erdmandelgras vor allem im ersten Jahr noch stark vermehren, wenn deren Bestand noch nicht die volle Dichte erreicht hat. Die Zerstörung eines dichten Kunstwiesen-Bestandes durch Weide kann die Knöllchenbildung fördern. Es wird angenommen, dass eine 3jährige, dichte Kunstwiese den Besatz an Erdmandelgras stark vermindert, sodass das Problem in den Folgejahren überschaubar bleibt. Diese Vermutung ist bisher noch nicht durch Versuche belegt.

Sanierung von verseuchten Feldern: Stark verseuchte Felder müssen aus der Fruchtfolge genommen und saniert werden. Gemäß ersten Versuchsergebnissen von Agroscope führt eine Herbizidbehandlung im späten Frühjahr auf die jungen Triebe mit anschließender Bodenbearbeitung zu einer sehr hohen Bekämpfungswirkung. Der Erfolg ist noch besser, wenn das Verfahren 6-8 Wochen später wiederholt wird. Das ist zeitraubend und eine Kultur könnte erst im Frühsommer angebaut werden, wobei diese mit dem eingesetzten Herbizid verträglich sein muss. Diese Maßnahme müsste über mehrere Jahre wiederholt werden, bis die Verseuchung ein erträgliches Maß erreicht hat. Die Planung der Maßnahmen zur Sanierung eines Feldes muss in der Fruchtfolgeplanung berücksichtigt werden.

Die Verschleppung der Knöllchen direkt von Feld zu Feld oder indirekt durch Abfälle von Feldprodukten oder durch Ernterückstände ist der Hauptfaktor der fortschreitenden Invasion. Eine Kartierung von befallenen Parzellen wäre hilfreich. Verseuchte Felder dürften nur am Ende der Ernteperiode abgeerntet und Produkte von verseuchten Feldern erst am Schluss einer Kampagne verarbeitet werden. Ernterückstände von verseuchten Feldern müssten wieder auf diese zurückgebracht werden.

Flankierende Maßnahmen sind nötig

Die Produzenten allein können die Invasion und Verschleppung von Erdmandelgras nicht aufhalten. Eine wichtige Voraussetzung für eine effiziente Bekämpfung wäre eine Deklaration als „besonders gefährliches Unkraut“ sowie eine Melde- und Bekämpfungspflicht. Die Meldepflicht darf nicht als Instrument zur Bestrafung betroffener Bewirtschafter dienen. Die Meldepflicht würde es erleichtern, befallene Parzellen zu kartieren. Diese Kartierung könnte einerseits dazu dienen, den Maschinen- und Fahrzeugverkehr von verseuchten zu sauberen Feldern zu unterbinden. Den Bewirtschaftern und vor allem den Lohnunternehmern würde so die bedeutsame Rolle zufallen, die weitere Verschleppung von Knöllchen zu unterbinden. Andererseits würde die Bekämpfungspflicht die Abnehmer von Erntegütern wie Zuckerrüben, Kartoffeln und Wurzelgemüse verpflichten, die Reihenfolge der Abnahme so zu steuern, dass Produkte von verseuchten Feldern gesondert angenommen werden können. Eine Bekämpfungspflicht, welche nie eine Ausrottungspflicht sein kann, würde das Durchsetzen koordinierter Hygienemaßnahmen erleichtern.

Es sollte keinen Bewirtschafter mehr geben, der auf dem Feld bemerken muss, dass „das neue Gras“ nicht auf die Gräserbekämpfung reagiert und sich bereits stark ausgebreitet hat. Die Beratung ist gefordert, alle Landwirte – nicht nur diejenigen in betroffenen Gebieten – rechtzeitig zu informieren. Alle Beteiligten müssen am gleichen Strick ziehen. Nur so kann eine Verseuchung des Agrarlandes im ganzen Land verhindert werden.

Literatur

- BOHREN, C. und J. WIRTH, 2013: Erdmandelgras (*Cyperus esculentus* L.): die aktuelle Situation in der Schweiz". Agrarforschung Schweiz **4** (11), 469-475.
- DODET, M., R. PETIT und D.J. GASQUEZ, 2008: Local spread of the invasive *Cyperus esculentus* (Cyperaceae) inferred using molecular genetic markers. Weed Research **48**, 19-27.

- HOLM, L.G., D.L. PLUCKNETT, J.V. PANCHO, und J.P. HERBERGER, 1977: World's worst weeds. Distribution and biology. Honolulu, University of Hawaii, 609 Seiten.
- KASSL, A., 1992: Erdmandelgras – *Cyperus esculentus* L. Auftreten, Verbreitung und Bekämpfung in Kärnten. Dissertation, Universität für Bodenkunde Wien, 221 Seiten.
- KELLER, M., R. TOTAL, C. BOHREN und B. BAUR, 2013: Problem Erdmandelgras: früh erkennen – nachhaltig bekämpfen. Merkblatt Agroscope, August 2013. www.agroscope.ch.
- LEVI, R., 1954: Inhibition of growth of perennial grasses. Crop and Pasture Science CSIRO.
- NEUWEILER, R., C. BOHREN und R. TOTAL, 2011: Erdmandelgras – Handeln bevor es zu spät ist. Gemüsebau-Info Nr. **15**/2011 vom 21.06.2011. Agroscope Changins Wädenswil ACW; www.agroscope.ch.
- SCHMITT, R. und A. SAHLI, 1992: Eine in der Schweiz als Unkraut neu auftretende Unterart des *Cyperus esculentus* L. Landwirtschaft Schweiz **5** (6), 273-278.
- ZANGHERI, P., 1976: Flora Italica I. Cedra Casa Editrice, Padova.